

ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕБИОТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ГАЛАКТООЛИГОСАХАРИДОВ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

И.В. Буянова Д.А. Елистратова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово,
Россия

Аннотация

Цель: Проанализированы современное состояние и перспективы производства продуктов функционального питания. Анализ проведенных исследований для разработки удобного и экономически эффективного способа получения молочных продуктов, обогащенных галактоолигосахаридами.

Ключевые слова: молочные продукты, пребиотики, пробиотики, галактоолигосахариды, *Lactococcus lactis*

Целями государственной политики в области здорового питания являются сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием. Питание большинства взрослого населения не соответствует принципам здорового питания из-за потребления пищевых продуктов, содержащих повышенное количество жира и простых углеводов. Нежелательные факторы питания приводят к росту избыточной массы тела, ожирению, распространенность которых за последние 8-9 лет возросла с 19 до 23 %. Это приводит к риску развития сахарного диабета, заболеваний сердечно-сосудистой системы и др. Следовательно, необходимо развивать программы по оптимизации питания населения на базе принципов биотехнологии, включая в рацион питания молочные продукты.

Группа кисломолочных продуктов особенно отличается диетическими свойствами, которые широко употребляются населением во всем мире, и степень их потребления значительно увеличилась в последние годы. Отмечается повышенный интерес к кисломолочным напиткам, имеющим оздоравливающий эффект на биоценоз кишечника, что приводит к увеличению продолжительности жизни человека [1,2].

В состав нормальной микрофлоры кишечника входит несколько сотен видов бактерий, в том числе и полезные пробиотические виды микроорганизмов. Они образуют необходимые для человека вещества (витамины, аминокислоты, особые жирные кислоты,) которые используются клетками кишечника. Пробиотические культуры, как полезные бактерии, необходимы для здорового кишечника. Их роль заключается в расщеплении компонентов пищи, поддержании баланса кишечника и его общего состояния здоровья для обеспечения хорошей работы иммунной системы организма. Бактериальные закваски на чистых термофильных культурах *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbruekii* подвид *bulgaricus* используют с целью исключения влияния иных штаммов культур на влагоудерживающую способность сгустков.

Но для активного роста и жизнедеятельности пробиотических культур нужны субстраты в виде пищевых волокон, пектинов, на которых развиваются бактерии кишечной микрофлоры, обеспечивая их питательными веществами [3].

Пектины подавляют жизнедеятельность вредоносных микроорганизмов, нормализуя состава кишечной микрофлоры. Пищевые волокна используются полезными бактериями кишечника для своей жизнедеятельности, стимулируют рост биомассы лактобацилл, стрептококков, уменьшают рост патогенных культур и влияют на метаболическую активность нормальной микрофлоры. Поэтому, пребиотики - это пища для полезных бактерий и они поступают из неперевариваемой клетчатки продуктов растительного происхождения. Это олигосахариды, галактоолигосахариды, инулин с помощью которых стимулируется рост и активность полезных бактерий (пробиотиков) [4,5]. Можно сказать, что потребление

галактоолигосахаридов способствует росту бифидобактерий и лактобацилл в кишечнике младенцев и взрослых.

Таким образом, галактоолигосахариды в настоящее время включены в состав детских смесей, и во многих исследованиях рассматривается их включение в молочные продукты: йогурты и кисломолочные продукты.

Получение галактоолигосахаридов может быть достигнуто за счет ферментативной активности трансгалактозилирования во время гидролиза лактозы. Он может катализироваться ферментами β -галактозидазы из различных источников. Выход галактоолигосахаридов, скорость превращения лактозы и состав варьируются в зависимости от используемого фермента β -галактозидазы [5].

Самый высокий выход трисахаридов или более длинных цепей, производится гипертермостойкой β -галактозидазой, что позволило получать галактоолигосахариды при высокой температуре. Этот факт дает высокую растворимость лактозы при высокой скорости реакции.

Проводились исследования по получению галактоолигосахаридов с помощью *Lactococcus lactis*, поскольку именно этот вид молочнокислых бактерий давно используется для ферментативных реакций в производстве молочных продуктов (сыр, группа кисломолочных продуктов). Они имели хорошие функциональные свойства и были созданы многочисленные эффективные системы экспрессии.

Влияние начальной концентрации лактозы определяли с использованием 5 различных начальных концентраций.

Производство трисахаридов галактоолигосахаридов линейно увеличивалось с повышением начальных концентраций лактозы, тогда как производство тетрасахаридов галактоолигосахаридов достигало максимума при 25% лактозы, без дальнейшего нарастания количества при динамике увеличения начальных концентраций лактозы [6].

Установили оптимальное время ферментации для получения галактоолигосахаридов при $pH=6$ и $85^{\circ}C$ с начальной концентрацией лактозы 400 г/л. Количество дисахаридов быстро уменьшались в течение первых 5 час. и очень незначительно в дальнейшем, что позволяет предположить, что образование дисахаридных галактоолигосахаридов могло произойти путем объединения 1 глюкозы и 1 галактозной единицы. Со временем увеличивалось образование три-, и тетрагосахаридов, но через 25 час. производство трисахаридов галактоолигосахариды замедлялось. После 55 час. ферментации получили общее количество 197 г/л три- и тетрагосахаридов, и основным продуктом которых были трисахариды.

Ферменты β -галактозидазы из разных источников обладают различными свойствами, такими как оптимальной pH , температурой, спектр продуктов галактоолигосахаридов и общий выход галактоолигосахаридов. Большинство ферментов β -галактозидазы оптимально функционируют только при pH от 6 до 7,5, включая ферменты *Bifidobacterium bifidum*, *Kluyveromyces lactis* и *Lactobacillus reuteri*. [7,8].

Список литературы

1. Технология молока и молочных продуктов, Твердохлеб Г.В., Сажинов Г.Ю., Раманаускас Р.И., 2006. - 614 с.
2. Буянова И.В. Молочно-белковые концентраты в производстве кисломолочных продуктов функционального назначения. / И.В. Буянова, А.С. Козлякина, Н.Ю. Гутов // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: материалы II Международной научной конференции / Красноярский государственный аграрный университет. - Красноярск, 2022. – С. 251-255.
3. М. Комар, А. Кумар, Р. Нагпал и др. / Свойства пробиотиков, предотвращающие рак: обновление // Международный журнал пищевых наук и питания, 2010. - том 61 - № 5 – С. 473-496
4. М. Э. Сандерс / Пробиотики // Пищевая технология, 1999. - том 53 - 67-77 с
5. Ардатская М.Д./Клиническое применение пищевых волокон: [метод. пособие] // М.Д. Ардатская. – М.: 4ТЕ Арт, 2010.-48 с.
6. Буянова И.В. Роль пробиотических микроорганизмов в создании функциональных кисломолочных напитков / И.В. Буянова, В.А. УРАЕВА // // Актуальные вопросы переработки и

формирование качества продукции АПК [Электронный ресурс]: материалы международной научной конференции (24 ноября 2021 г., г. Красноярск). Краснояр. гос. аграр. ун-т.– Красноярск, 2021. – С. 31-33.

7. S.E. Lee, H.B. Seo, H.J. Kim, J.H. Yeon, K.H. Jung/Galactooligosaccharide synthesis by active β -galactosidase inclusion bodies-containing *Escherichia coli* cells //J. Microbial. Biotechnol. - 21 - 2011 - pp. 1151-1158 DOI: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-82555173614&origin=inward&txGid=7cf455f2be329ad0e3e1022c5fc63606>

8. B. Splechna, T.-H. Nguyen, M. Steinböck, K.D. Cube, W. Lorenz, D. Haltrich / Production of prebiotic galactooligosaccharides from lactose using beta-galactosidase from *Lactobacillus reuteri* //J. Agric. Food Chem. - 54 - 2006 - pp. 4999-5006 DOI: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-33746562923&origin=inward&txGid=5f729a4599d18b700f94c80d8cf4f5d8>

PREPARATION OF GALACTOOLIGOSACCHARIDES USING HYPERTHERMOPHILIC B-GALACTOSIDASE IN PERMEABILIZED WHOLE CELLS OF LACTOCOCCUS LACTIS

I.V. Buyanova D.A. Elistratova
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Abstract

Purpose: The current state and prospects of the production of functional nutrition products are analyzed. Analysis of the conducted research to develop a convenient and cost-effective method for obtaining food products enriched with galactooligosaccharides.

Keywords: dairy products, probiotics, prebiotics, galactooligosaccharides, *Lactococcus lactis*

References

1. Technology of milk and dairy products, Firm-bread G.V., Sazhinov G.Yu., Ramanauskas R.I., 2006. - 614 p.

2. Buyanova I.V. Milk-protein concentrates in the production of fermented milk products of functional purpose. / I.V. Buyanova, A.S. Kozlyakina, N.Y. Gutov // Resource-saving technologies in the agro-industrial complex of Russia: Materials of the II International Scientific Conference / Krasnoyarsk State Agrarian University. - Krasnoyarsk, 2022. – pp. 251-255.

3. M. Komar, A. Kumar, R. Nagpal et al. / Properties of pro-biotics preventing cancer: update // International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2010. - volume 61 - No. 5 – pp. 473-496

4. M. E. Sanders / Probiotics // Food Technology, 1999. - volume 53 - 67-77 with

5. Ardatskaya M.D./Clinical application of dietary fiber: [method. manual] // M. D. Ardatskaya. – M.: 4TE Art, 2010. – 48 p.

6. Buyanova I.V. The role of probiotic microorganisms in the creation of functional fermented milk drinks / I.V. BUYANOVA, URAEVA V.A. // // Actual issues of processing and formation of the quality of agricultural products [Electronic resource]: materials of the international scientific conference (November 24, 2021, Krasnoyarsk). Krasnoyarsk. state agrarian. un-t.– Krasnoyarsk, 2021. – pp. 31-33.

7. S.E. Lee, H.B. Seo, H.J. Kim, J.H. Yeon, K.H. Jung/Galactooligosaccharide synthesis by active β -galactosidase inclusion bodies-containing *Escherichia coli* cells //J. Microbial. Biotechnol. - 21 - 2011 - pp. 1151-1158 DOI: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-82555173614&origin=inward&txGid=7cf455f2be329ad0e3e1022c5fc63606>

8. B. Splechna, T.-H. Nguyen, M. Steinböck, K.D. Cube, W. Lorenz, D. Haltrich / Production of prebiotic galactooligosaccharides from lactose using beta-galactosidase from *Lactobacillus reuteri* //J. Agric. Food Chem. - 54 - 2006 - pp. 4999-5006 DOI: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-33746562923&origin=inward&txGid=5f729a4599d18b700f94c80d8cf4f58>